

⑫ 公開特許公報(A) 平1-212301

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月25日

G 01 B 7/24
G 01 L 1/128505-2F
7409-2F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑮ 発明の名称 ひずみセンサ

⑯ 特 願 昭63-36766

⑰ 出 願 昭63(1988)2月19日

⑱ 発 明 者 小 浜 政 夫 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内⑲ 発 明 者 菊 地 正 明 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

ひずみセンサ

2. 特許請求の範囲

(1) 可撓性を有する絶縁性の基板と、この基板上に渦巻き状パターンに形成されたコイルと、このコイルとは絶縁状態に前記基板に対して固定され上記コイルで発生した磁束の少なくとも一部の通路となる磁歪効果を有する非晶質磁性金属体とを具備してなるひずみセンサ。

(2) 可撓性を有する絶縁性の基板と、この基板上にそれぞれ渦巻き状パターンに形成され、それぞれが発生する磁束の向きを逆向きとした一対のコイルと、これらコイルとは絶縁状態に前記基板に対して1つまたは2つ固定され上記各コイルで発生した磁束の少なくとも一部を共通する1つの通路で通過させる磁歪効果を有する非晶質磁性金属体とを具備してなるひずみセンサ。

(3) 前記対をなす各コイルは、絶縁性の基板上

に渦巻き状パターンにコイルを形成したコイルユニットを複数積層して形成されてなる請求項2記載のひずみセンサ。

(4) コイルの中心部に、磁芯となる強磁性体が配置されてなる請求項1、2、3の何れか1項に記載のひずみセンサ。

3. 発明の詳細な説明

【発明の目的】

(産業上の利用分野)

本発明は、ひずみセンサに関する。

(従来の技術)

構造材のひずみを検出する手段としては、一般に、ひずみに対して抵抗値が変化する金属抵抗形ひずみセンサが使用されている。

この金属抵抗形ひずみセンサは、他のセンサに比べて取扱いが容易で、信頼性が高いことから多用されている。しかし、金属抵抗形ひずみセンサは、一般に検出感度が低い。このため、この金属抵抗形センサを使って、たとえばロボット等の負荷検出や駆動力検出を行なう場合には、検出信号

を大きくするために、駆動力伝達部材の一部にひずみ量が多くなる部分、つまり機械的剛性の低い部分を形成し、この部分にひずみセンサを貼着する方式が採用されている。しかし、駆動力伝達系の剛性を下げるとは、ロボットの応答性能の低下を招き、好ましいことではない。一方、感度の高いひずみセンサとして、半導体ひずみセンサが知られている。しかし、このセンサは取扱う上での制限が多く、汎用性に欠ける問題があった。

このようなことから、取扱いが容易で、しかも検出感度が高く、そのうえ信頼性に富んだひずみセンサの出現が望まれているのが実状である。

(発明が解決しようとする課題)

上述の如く、従来のひずみセンサにあっては、検出感度、取扱性、信頼性と云った要件を全て満たすことはできなかった。

そこで本発明は、上述した要件の全てを満たすことができ、しかも構造が簡単で製作も容易なひずみセンサを提供することを目的としている。

(作用)

磁歪効果を有する非晶質磁性金属体は、引張力や圧縮力を受けると透磁率が大幅に変化する。すなわち、引張力を受けると透磁率が小さくなり、圧縮力を受けると透磁率が大きくなる。磁気異方性を持たせると、その効果は一層大きい。

本発明に係るひずみセンサでは、コイルで発生した磁束の少なくとも一部の通路となるように非晶質磁性金属体が設けられている。このため、引張力や圧縮力によって非晶質磁性金属体の透磁率が変化すると、この透磁率の変化に対応してコイルのインダクタンス値が大幅に変化する。したがって、このセンサを構造材の表面に接着材等を使って貼着しておけば、構造材に加わる荷重をセンサの出力、つまりコイルのインダクタンス値の変化から知ることができ、高感度にひずみを検出できることになる。

そして、渦巻き状パターンに形成されたコイルは、コイル全体の薄肉化を可能とし、結果としてセンサ全体の薄肉化を可能とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、本発明に係るひずみセンサでは、可撓性を有する絶縁性の基板と、この基板上に渦巻き状パターンに形成されたコイルと、このコイルとは絶縁状態に前記基板に対して固定され上記コイルで発生した磁束の少なくとも一部の通路となる磁歪効果を有する非晶質磁性金属体とを含んだ構成となっている。

コイルは1つだけでもよいが、それぞれが発生する磁束の向きを逆向きとした一対のコイルを設け、各コイルで発生した磁束の少なくとも一部を共通する1つの通路で通過させる非晶質磁性金属体を1つあるいは2つ設けると一層好ましい。

また、対をなす各コイルは、絶縁性の基板上に渦巻き状パターンのコイルを形成させてなるコイルユニットを複数積層して構成されたものでもよい。

さらに、コイルの中心部に、磁芯となる強磁性体を配置するとより効果的である。

また、発生する磁束の向きを互いに逆向きとした一対のコイルは、これらで発生した磁束のうち、ひずみ検出に供される有効磁束分の割合を大きくする。このため、一対のコイルは、非晶質磁性金属体の透磁率変化がインダクタンス変化へ変換される変換率を高めることに寄与し、検出感度の一層の向上に寄与する。

また、コイルの中央部に磁芯となる強磁性体を配置しておくこと、いわゆる漏れ磁束分を少なくでき、有効磁束分の割合をさらに大きくできる。このため、透磁率変化がインダクタンス変化へ変換される変換率をさらに高めることが可能となる。

(実施例)

以下、図面を参照しながら実施例を説明する。第1図には一実施例に係るひずみセンサ1の分解斜視図が示されており、第2図には同センサ1の側面図が示されている。

このひずみセンサ1は、大きく別けて、コイル基板11と、このコイル基板11の図中下面に接着された薄い絶縁シート12と、この絶縁シート

12の図中下面に接着された磁歪効果を有する非晶質磁性金属板13と、コイル基板11の図中上面に接着された絶縁シート14とで構成されている。

コイル基板11は、たとえば厚さ0.8mm、幅12mm、長さ80mmのマイラ等で形成された可撓性を有する絶縁性の基板15と、この基板15の一方の面上にプリント配線技術によって同一方向に渦を巻く渦巻き状パターンに形成され、基板15の長手方向に配列された一対のコイル16a、16bと、これらコイル16a、16bを外部回路に接続するために基板15上にプリント配線技術によって形成された端子17a、17bとで構成されている。コイル16aの最内端は、基板15を厚み方向に貫通して基板15の図中下面にプリント配線技術によって形成された渡り線18の一端に接続されている。また、コイル16bの最内端は、同じく基板15を厚み方向に貫通して渡り線18の他端に接続されている。コイル16aの最外端は、基板15上に形成されたプリ

ント配線19を介して端子17aに接続されている。同様に、コイル16bの最外端も基板15上に形成されたプリント配線20を介して端子17bに接続されている。したがって、コイル16a、16bは、端子17a、17b間に直列に接続されており、端子17a、17bを介して電流を流すと互いに逆向きの磁束を発生する。

絶縁シート12、14は、たとえば厚さ0.1mm、幅12mmで、コイル16a、16bを覆い得る長さの絶縁紙あるいは高分子シートによって形成されている。

非晶質磁性金属板13は、組成がたとえば $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{78}\text{Si}_8\text{B}_{14}$ のもので、厚さ0.8mm、幅12mmで、絶縁シート12と同じ長さに形成されている。そして、この非晶質磁性金属板13には、長手方向、つまりコイル16a、16bの配列方向を磁化容易軸とする磁気異方性処理が施されている。

このような構成であると、端子17a、17bを介してコイル16a、16bに電流を流すと、

コイル16a、16bは互いに逆向きの磁束を発生する。したがって、各コイル16a、16bで発生した磁束の大部分は、第3図中に実線矢印21で示すように、各コイル16a、16bと垂直し、かつ非晶質磁性金属板13内を長手方向に進む1つの通路を通ることになる。一方、非晶質磁性金属板13は、長手方向に引張力が加わったり、圧縮力が加わると、第4図に示すように透磁率が大幅に変化する。この透磁率の変化は、コイル16a、16bの合成インダクタンス値の変化となって現われる。したがって、このひずみセンサ1を使って構造材のひずみを検出するには次のようにすればよい。

すなわち、第5図に示すように、図中実線矢印方向の荷重Wが加わる構造材Pのひずみ（すなわち荷重W）を検出する場合には、構造材Pの外周面を、荷重Wの方向と平行し、かつ構造材Pの軸心線を通る線上に一対のひずみセンサ1、1'を対向関係に接着剤で固着する。固着に際しては、各ひずみセンサ1、1'共に非晶質磁性金属板

13側を構造材P側に位置させ、かつ非晶質磁性金属板13の長手方向が構造材Pの軸心線に沿うとともに荷重Wの方向と直交する関係に固着する。両ひずみセンサ1、1'を上記関係に固着すると、構造材Pに荷重Wが加わったとき、第6図に示すように、ひずみセンサ1側の非晶質磁性金属板13には荷重Wに対応した長手方向への引張力Fが、またひずみセンサ1'側の非晶質金属板13には荷重Wに対応した長手方向への圧縮力-Fが作用する。

このように、ひずみセンサ1、1'を取付け、実際にひずみ量を信号として取出すときには、第7図に示すような回路を用いればよい。すなわち、抵抗器31、32と各ひずみセンサ1、1'の直列接続された2組みのコイル16a、16bとでブリッジ回路33を構成する。そして、ブリッジ回路33の電源入力端を振幅一定の交流信号を出力する交流信号源34に接続する。一方、ブリッジ回路33の midpoint 間電位差を差動増幅器35に導入して増幅する。構造材Pに第5図に示すように

荷重 W が加わると、ひずみセンサ1側の非晶質磁性金属板13には引張力 F が作用し、これによって非晶質磁性材13の透磁率が小さくなるので、このひずみセンサ1に組み込まれているコイル16a、16bの合成インダクタンス値は荷重 W が加わる前の値より小さくなる。一方、ひずみセンサ1'側の非晶質磁性金属板13には圧縮力 $-F$ が作用し、これによって非晶質磁性材13の透磁率が大きくなるので、このひずみセンサ1'に組み込まれているコイル16a、16bの合成インダクタンス値は大きくなる。したがって、荷重 W が零の状態ブリッジ回路33のバランスをとっておくと、荷重 W が加わったときにはバランスがくずれ、ブリッジ回路33の midpoint 間に荷重 W に対応した電位差が発生する。この電位差を差動増幅器35によって増幅する。そして、差動増幅器35の出力を位相検波回路36に導入し、交流信号源34の出力との位相差に応じて検波整流を行なわせ、この出力をフィルタ回路37で平滑すると、構造物Pのひずみ量、つまり荷重 W に対応

した直流出力電圧 V_o を得ることができる。第8図は荷重 W と直流出力電圧 V_o との関係を示している。

このように、簡単な構成であるのも拘らず、ひずみセンサとして十分に機能させることができる。実験によると、厚さ0.2mmの非晶質磁性金属板13を用い、非晶質磁性金属板13と絶縁シート14との間の間隔を0.4mmとし、コイル16a、16bの巻数をそれぞれ80ターン、コイルの中心間距離を10mmとして、非晶質磁性金属板の長手方向に 400×10^{-6} のひずみを与えたとき、端子17a、17b間でのインダクタンスの変化は5%以上であった。この値は金属抵抗形ひずみセンサのゲージ率に変換すると125以上となる。金属抵抗形ひずみセンサのゲージ率は2前後であることからして、金属抵抗形ひずみセンサに比べてはるかに高感度で、半導体ひずみセンサに匹敵するほどの高感度な検出が可能となる。そして、この場合には半導体ひずみセンサに比べて構造が簡単で、制限条件が少ないので使い易く、しかも信頼性に富ん

だものが得られる。

第9図には別の実施例に係るひずみセンサ1aが示されている。第1図に示したひずみセンサ1では、コイル基板11の片面側にだけ非晶質磁性金属板13を設けているが、この実施例に係るひずみセンサ1aでは、コイル基板11の両面に非晶質磁性金属板13、13'を設けている。非晶質磁性金属板13、13'のひずみに対する透磁率変化作用は、薄膜程度の厚みでも起こる。したがって、非晶質磁性金属板13、13'の厚みを十分に薄くしても何等支障は生じない。一方、コイル16a、16bを渦巻き状パターンに形成しているので、コイル基板11の厚みも十分薄くできる。したがって、上記のようにコイル基板11の両面に非晶質磁性金属板13、13'を設けてもセンサ全体の厚みが大幅に増すようなことはない。そして、上記のように非晶質磁性金属板13'を付加すると、第10図中に実線矢印41で示すように、コイル16a、16bで発生した全磁束を非晶質磁性金属板13、13'内の長手

方向に通過させることができ、検出感度を一層向上させることができる。実験によると、厚さ0.1mmの非晶質磁性金属板13、13'を用い、両者間の間隔を0.4mmとし、コイル16a、16bの巻数をそれぞれ80ターン、コイルの中心間距離を10mmとして、非晶質磁性金属板の長手方向に 400×10^{-6} のひずみを与えたとき、端子17a、17b間でのインダクタンスの変化は10%以上であった。この値は金属抵抗形ひずみセンサのゲージ率に変換すると250以上となる。したがって、検出感度を大幅に向上させることができる。

第1図および第9図に示す実施例では、基板15の片面に一对の渦巻き状パターンのコイル16a、16bを設けてコイル基板11を構成しているが、第11図および第12図に示すように、基板15の両面に渦巻き状パターンのコイル16a、16a'および16b、16b'を設け、これらコイル16aと16a'、16bと16b'をそれぞれ基板15を貫通する波り線

42a, 42bで直列に接続するとともに線端をそれぞれプリント配線43, 44および45, 46を介して端子47a, 47a'および端子47b, 47b'に接続し、直列に接続されたコイル16a, 16a'で発生する磁束の向きと直列に接続されたコイル16b, 16b'で発生する磁束の向きとが逆関係になるように電流を流すようにしてもよい。

このように構成すると、センサの厚みを増すことなく、またセンサの幅を広くすることなくコイルの巻数を増加させることができる。

第13図にはさらに別の実施例に係るひずみセンサ1bが示されている。このひずみセンサ1bは、第9図に示したひずみセンサをさらに改良したもので、コイル16a, 16bの中央部に、基板15を貫通する形に非晶質磁性金属材料等でたとえば円柱状に形成された強磁性材51a, 51bを埋め込んだものとなっている。

このような構成であると、強磁性材51a, 51bの存在によって、コイル周辺での漏れ磁束

を抑制でき、コイル16a, 16bで発生した磁束のほぼ全部を、第14図中実線矢印52で示すように、非晶質磁性金属板13, 13'の長手方向の限られた1つの経路、つまりひずみによって透磁率が変化する部分に集中させて通過させることができる。したがって、第9図に示した実施例の場合より検出感度を向上させることができる。

第15図にはさらに異なる実施例に係るひずみセンサ1cが模式的に示されている。この実施例に係るひずみセンサ1cは、基板15上にコイル16a, 16bを渦巻き状パターンに形成してなるコイルユニット61を、各コイルユニット61のコイルの軸心線を一致させて3層積層するとともにコイルの中央部にたとえば円柱状の強磁性材51a, 51bを埋め込んだものとなっている。

このような構成であると、第13図に示したひずみセンサ1bと同様な効果が得られるとともにコイルの合成インダクタンス値を大きくできるので、信号処理回路の構成を簡単化でき、扱い易さを一層向上させることができる。

上述した各実施例では、磁束の発生方向を逆方向とした、いわゆる一対のコイルを設けているが、一方のコイルだけを設けた場合でも金属抵抗形ひずみセンサより感度の高いセンサを得ることができる。

〔発明の効果〕

本発明に係るひずみセンサは上記のように構成されているので、次のような効果を奏する。

すなわち、請求項1に記載のセンサでは、渦巻き状パターンに形成されたコイルと磁歪効果を有する非晶質磁性金属体とを組み合わせ、非晶質磁性金属体の透磁率変化に伴うコイルのインダクタンス値変化からひずみを検出するようにしているので、ひずみによって起こる非晶質磁性金属体の大きな透磁率変化を有効に活用でき、検出感度の高いひずみセンサを得ることができる。また、コイルを渦巻き状パターンに形成しているため、センサの小型薄肉化を実現できる。また、構造が簡単であり、しかも温度等による特性変化が少ないので、取扱い性および信頼性に富んだセンサを得

ることができる。

請求項2に記載のひずみセンサでは、上述した効果が得られることは勿論のこと、発生する磁束の向きを互いに逆向きとした一対のコイルが、ひずみ検出に供される有効磁束の割合を増加させる。このため、非晶質磁性金属体の透磁率変化がインダクタンス変化へ変換される変換率を高めることができ、検出感度を一層向上させることができる。

請求項3に記載のひずみセンサでは、上述した効果に加え、コイルを複数の積層構成としているので、インダクタンス値を大きくでき、この結果、信号の後処理を容易化できるので、一層使い易さを向上させることができる。

請求項4に記載のひずみセンサでは、コイルの中央部に強磁性体が配置されているので、漏れ磁束をなくすことができ、コイルで発生した磁束のほとんど全部を非晶質磁性金属体内の特定の部分に通過させることができる。このため、透磁率変化がインダクタンス変化に変換される変換率をさらに高めることが可能となり、検出感度を一層向

上させることができる。

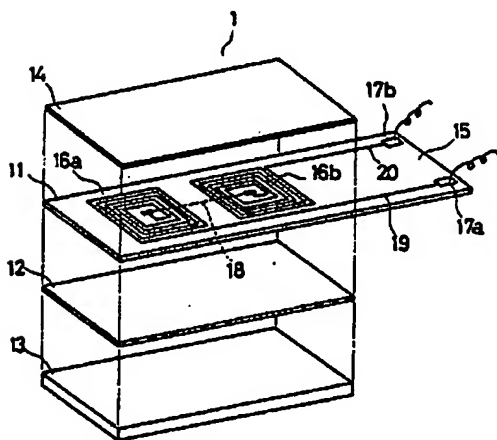
4. 図面の簡単な説明

第1図は一実施例に係るひずみセンサの分解斜視図、第2図は同ひずみセンサの側面図、第3図は同ひずみセンサにおいてコイルで発生した磁束の通過路を説明するための図、第4図は磁歪効果を有する非晶質磁性金属体のひずみと透磁率との関係を説明するための図、第5図は構造材に加わる荷重をひずみセンサを用いて検出するときのセンサ設置例を説明するための図、第6図は第5図に示すようにひずみセンサを設置したとき各ひずみセンサに組み込まれた非晶質磁性金属体に加わる力を説明するための図、第7図はひずみセンサによって得られたインダクタンス値変化を直流電圧信号に変換するための回路の一例を示す図、第8図は同回路の出力電圧を説明するための図、第9図は別の実施例に係るひずみセンサの側面図、第10図は同ひずみセンサにおける磁束の通路を説明するための図、第11図はコイル設置の変形例を説明するための側面図、第12図は第11図

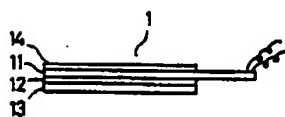
におけるA-A線矢視図、第13図はさらに別の実施例に係るひずみセンサの縦断面図、第14図は同ひずみセンサにおける磁束の通路を説明するための図、第15図はさらに異なる実施例に係るひずみセンサの模式的構成図である。

1, 1a, 1b, 1c…ひずみセンサ, 11…コイル基板, 12, 14…絶縁シート, 13, 13'…磁歪効果を有する非晶質磁性金属板, 15…可撓性の有する絶縁性の基板, 16a, 16a', 16b, 16b'…渦巻状パターンに形成されたコイル, 33…ブリッジ回路, 51a, 51b…強磁性体, 61…コイルユニット。

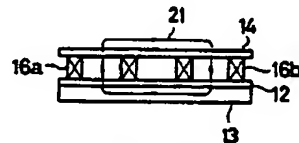
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



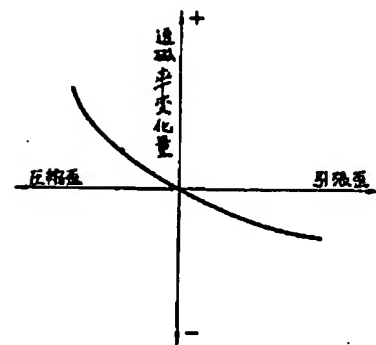
第1図



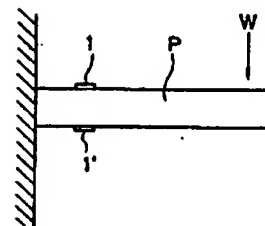
第2図



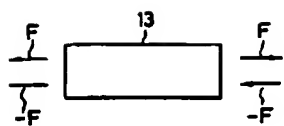
第3図



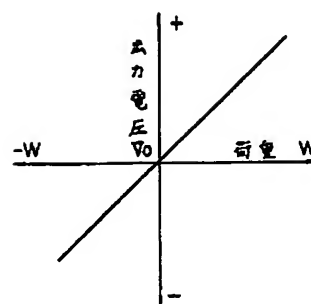
第4図



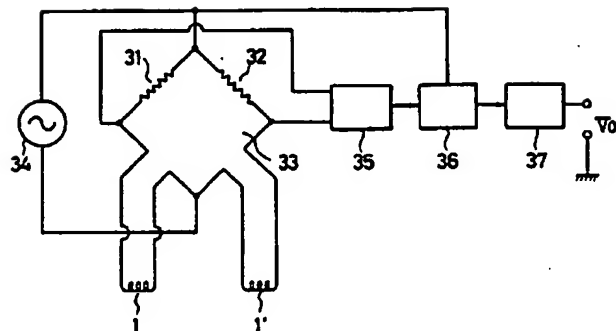
第5図



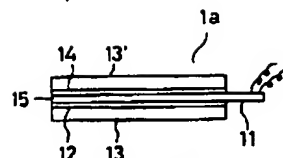
第 6 図



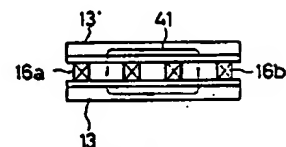
第 8 図



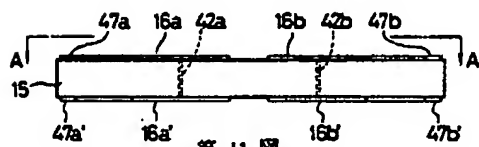
第 7 図



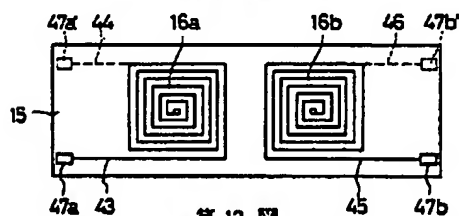
第 9 図



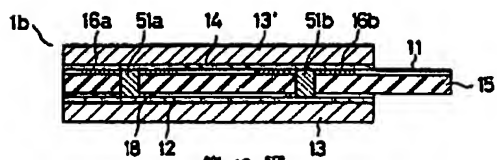
第 10 図



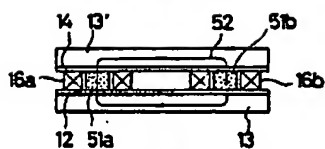
第 11 図



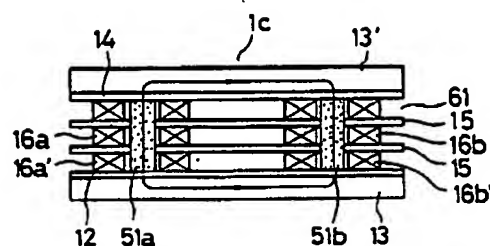
第 12 図



第 13 図



第 14 図



第 15 図

手続補正書

昭和 63.8.26
年 月 日

特許庁長官 吉田 文 毅 殿

1. 事件の表示

特願昭63-36766号

2. 発明の名称

ひずみセンサ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
(307) 株式会社 東 芝

4. 代 理 人

東京都千代田区霞が関3丁目7番2号UBEビル
〒100 電話03(502)3181(大代表)
(5847) 弁理士 鈴 江 武 彦

5. 自発補正

6. 補正の対象

明細書

7. 補正の内容

- (1)明細書の第4頁16行目に「形成さしてなる」とあるのを「形成してなる」と訂正する。
(2)明細書の第8頁13行目に「厚さ0.3 mm.」とあるのを「厚さ0.03mm.」と訂正する。
(3)明細書の第8頁17行目に「向を磁化容易軸」とあるのを「向とは直交する方向を磁化容易軸」と訂正する。
(4)明細書の第12頁6行目に「厚さ0.2 mm」とあるのを「厚さ0.03mm」と訂正する。
(5)明細書の第14頁3行目に「0.1 mm」とあるのを「0.01mm」と訂正する。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.